

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-047432

(43)Date of publication of application : 18.02.1997

(51)Int.Cl.

A61B 5/00  
A61B 5/00

(21)Application number : 07-347811

(71)Applicant : LIFE TEC KENKYUSHO:KK

(22)Date of filing : 14.12.1995

(72)Inventor : NONOMURA YUUSUKE

(30)Priority

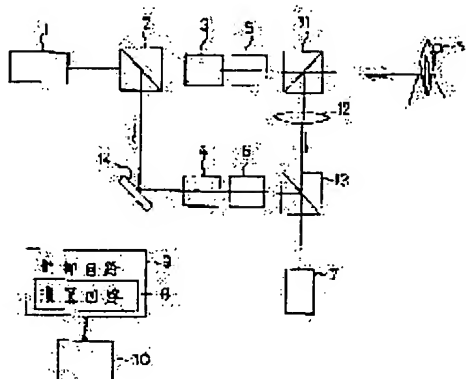
Priority number : 07158293 Priority date : 31.05.1995 Priority country : JP

## (54) ORAL CAVITY TISSUE OBSERVATION DEVICE

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an oral cavity tissue observation device which is suitably used in a dental treatment, by observing a condition of tooth and inside of gingiva by means of a screen image using simple mechanism.

SOLUTION: Stabilized laser beam which is generated from a laser beam source 1 is splitted into measurement laser beam and reference laser beam by means of a beam splitter 2. The measurement laser beam is transmitted to the beam splitter 11 to reach an organism after modulated and expanded, and the reflected laser beam is reflected by the beam splitter 11 and converged by an optic lens 12, and caught by a CCD camera 7. On the other hand, the reference laser beam is reflected by a mirror 14 and the beam splitter 13, respectively and caught by the CCD camera 7. A beat due to Doppler shift is generated by the reflected laser beam and the reference laser beam because the reflected laser beam has Doppler effect due to blood flow or the like inside the tooth. This beat is caught by the CCD camera 7, is extended by an arithmetically operating circuit 8 and is outputted to a monitor device 10 as a screen image.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

特許庁 特許審判部

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-47432

(43) 公開日 平成9年(1997)2月18日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

A 6 1 B 5/00

識別記号

庁内整理番号

F I

A 6 1 B 5/00

技術表示箇所

D

1 0 1

1 0 1 A

審査請求 未請求 請求項の数10 F D (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平7-347811

(22) 出願日 平成7年(1995)12月14日

(31) 優先権主張番号 特願平7-158293

(32) 優先日 平7(1995)5月31日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 393024625

株式会社ライフテック研究所

京都府京都市東山区福福上高松町拾壹番地

(72) 発明者 野々村 友佑

大阪府豊中市新千里1丁目4番2号 千里

ライフサイエンスセンタービル12階 株式

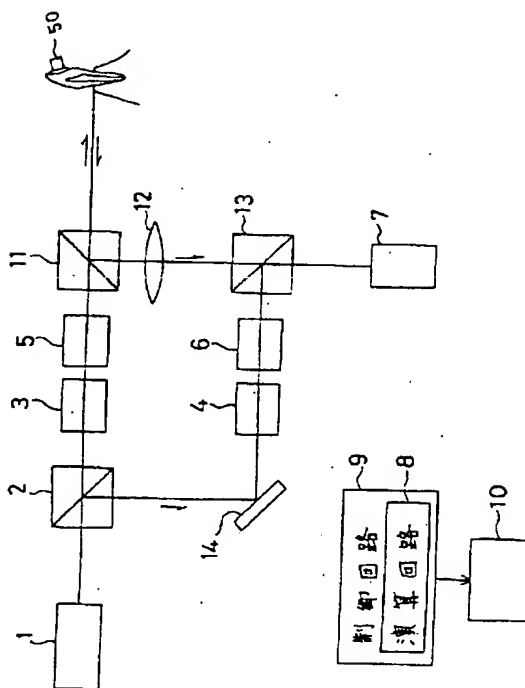
会社ライフテック研究所内

(54) 【発明の名称】 口腔組織観察装置

(57) 【要約】

【課題】 歯牙や歯肉内部の状態を、単純な機構を用いて映像によって観察する。歯科医療に用いて好適な口腔組織観察装置の提供。

【解決手段】 レーザ光源1から発生した安定化レーザー光は、ビームスプリッタ2で測定用レーザー光と参照レーザー光とに分光される。測定用レーザー光は、変調、拡張された後、第1ビームスプリッタ11を透過して生体に当たり、反射する反射したレーザー光は、第1ビームスプリッタ11で反射し光学レンズ12で集光され、CCDカメラ7で捕らえられる。一方、参照レーザー光は、第1ミラー14、第2ビームスプリッタ13でそれぞれ反射して、CCDカメラ7で捕らえられる。反射レーザー光は、歯牙内部の血流等によるドップラー効果を受けており、反射レーザー光と参照レーザー光は、ドップラーシフトによるビートを生じる。このビートはCCDカメラ7で捕らえられ、演算回路8でビートを拡張し、映像としてモニター装置10に出力する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 (a) レーザ光を放出するレーザ光源と、  
(b) このレーザ光源から放出されたレーザ光の一部を反射し、他のレーザ光を透過し、分割された一方のレーザ光を歯牙あるいは歯牙周辺組織など、口腔内における生体に放出するとともに、分割された他方のレーザ光を参照レーザ光として放出するビームスプリッタと、

(c) 前記生体に当てられるレーザ光を拡張する第 1 拡張手段と、

(d) 前記参照レーザ光を拡張する第 2 拡張手段と、

(e) 前記生体で反射した反射レーザ光と前記参照レーザ光を同時に撮影するためのカメラと、

(f) 前記生体で反射した反射レーザ光と前記参照レーザ光を前記カメラへ向ける光学手段と、

(g) 前記カメラでとらえた前記参照レーザ光に対する前記反射レーザ光の光学的なシフト量を映像表示するモニター装置とを備えた口腔組織観察装置。

【請求項 2】 (h) レーザ光を放出するレーザ光源と、

(i) このレーザ光源から放出されたレーザ光の一部を反射し、他のレーザ光を透過し、分割された一方のレーザ光を歯牙あるいは歯牙周辺組織など、口腔内における生体に放出するとともに、分割された他方のレーザ光を参照レーザ光として放出するビームスプリッタと、

(j) 前記生体に当てられるレーザ光を拡張する第 1 拡張手段と、

(k) 前記参照レーザ光を拡張する第 2 拡張手段と、

(l) 前記生体を透過した透過レーザ光と前記参照レーザ光を同時に撮影するためのカメラと、

(m) 前記生体を透過した透過レーザ光と前記参照レーザ光を前記カメラへ向ける光学手段と、

(n) 前記カメラでとらえた前記参照レーザ光に対する前記透過レーザ光の光学的なシフト量を映像表示するモニター装置とを備えた口腔組織観察装置。

【請求項 3】 請求項 1 または請求項 2 の口腔組織観察装置は、  
前記第 2 拡張手段によって拡張される前の前記参照レーザ光を周波数変調する周波数シフタを備えることを特徴とする口腔組織観察装置。

【請求項 4】 請求項 1 ないし請求項 3 のいずれかに記載の口腔組織観察装置において、  
前記モニター装置は、明暗変化、あるいは色彩変化によって、前記光学的なシフト量を、前記生体に対応して表示することを特徴とする口腔組織観察装置。

【請求項 5】 請求項 1 ないし請求項 4 のいずれかに記載の口腔組織観察装置は、  
被計測対象となる生体に振動を与える振動付手段を備え、  
前記カメラは、前記振動付手段によって振動が与えられた生体を前記カメラで計測することを特徴とする口腔組織観察装置。

【請求項 6】 請求項 1 ないし請求項 5 のいずれかに記載の口腔組織観察装置において、

前記モニター装置に映像表示される前記光学的なシフト量は、前記参照レーザ光の光強度と、前記透過レーザ光の光強度の変化を用いることを特徴とする口腔組織観察装置。

【請求項 7】 請求項 6 の口腔組織観察装置において、

前記モニター装置に映像表示される前記光学的なシフト量は、前記参照レーザ光の光強度に対する前記透過レーザ光の光強度の差を用いて算出し、

前記モニター装置は、前記シフト量が 0 を基準とした色彩変化や明暗変化によって、前記差の増減を表示することを特徴とする口腔組織観察装置。

【請求項 8】 請求項 1 ないし請求項 5 のいずれかに記載の口腔組織観察装置において、

前記モニター装置に映像表示される前記光学的なシフト量は、前記参照レーザ光の周波数特性に対する前記透過レーザ光の周波数特性の変化を用いることを特徴とする口腔組織観察装置。

【請求項 9】 請求項 1 ないし請求項 8 のいずれかに記載の口腔組織観察装置において、

モニター装置は、所定の周波数における前記参照レーザ光に対する前記透過レーザ光の光学的なシフト量を表示することを特徴とする口腔組織観察装置。

【請求項 10】 請求項 1 ないし請求項 9 のいずれかに記載の口腔組織観察装置において、

前記レーザ光源として、複数の波長を用い、  
前記モニター装置に映像表示される前記光学的なシフト量は、前記複数の波長によるそれぞれの光学的なシフト量を解析して映像表示することを特徴とする口腔組織観察装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、歯牙や、歯肉などの歯牙周辺組織を観察する口腔組織観察装置に関し、特に歯科の治療に用いて好適な装置である。

## 【0002】

【従来技術】 例えば、口腔内の歯牙は、内部に歯髄を有しており、腐食や打撲など、歯牙の破損によって歯髄が炎症を起こし、歯髄の血流が増大あるいは停止して、歯髄の一部、あるいは歯髄全体が壊死する場合がある。このように壊死した歯髄の観察は、外部から視認できず、X線撮影によっても観察することはできない。なお、歯髄以外でも、歯肉内の血流やリンパ液等の脈流状態は、外部から容易に観察することができない。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 上述のように、歯髄の死滅状態は、外部から観察するのが困難であったため、現在の治療では、歯髄の生死状態を確認することなく治療が進められる。このため、歯髄を取り除かなくても済

む場合でも、歯髄が取り除かれてしまう不具合が生じる。

#### 【0004】

【発明の目的】本発明の目的は、歯牙内の歯髄の生死状態や、歯肉内の脈流状態を外部から容易に観察することのできる口腔組織観察装置の提供にある。

#### 【0005】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記の目的を達成するために、次の技術的手段を採用する。

【請求項1の手段】口腔組織観察装置は、(a) レーザ光を放出するレーザ光源と、(b) このレーザ光源から放出されたレーザ光の一部を反射し、他のレーザ光を透過し、分割された一方のレーザ光を歯牙あるいは歯牙周辺組織など、口腔内における生体に放出するとともに、分割された他方のレーザ光を参照レーザ光として放出するビームスプリッタと、(c) 前記生体に当てられるレーザ光を拡張する第1拡張手段と、(d) 前記参照レーザ光を拡張する第2拡張手段と、(e) 前記生体で反射した反射レーザ光と前記参照レーザ光を同時に撮影するためのカメラと、(f) 前記生体で反射した反射レーザ光と前記参照レーザ光を前記カメラへ向ける光学手段と、(g) 前記カメラでとらえた前記参照レーザ光に対する前記反射レーザ光の光学的なシフト量を映像表示するモニター装置とを備える。

【0006】【請求項2の手段】口腔組織観察装置は、(h) レーザ光を放出するレーザ光源と、(i) このレーザ光源から放出されたレーザ光の一部を反射し、他のレーザ光を透過し、分割された一方のレーザ光を歯牙あるいは歯牙周辺組織など、口腔内における生体に放出するとともに、分割された他方のレーザ光を参照レーザ光として放出するビームスプリッタと、(j) 前記生体に当てられるレーザ光を拡張する第1拡張手段と、(k) 前記参照レーザ光を拡張する第2拡張手段と、(l) 前記生体を透過した透過レーザ光と前記参照レーザ光を同時に撮影するためのカメラと、(m) 前記生体を透過した透過レーザ光と前記参照レーザ光を前記カメラへ向ける光学手段と、(n) 前記カメラでとらえた前記参照レーザ光に対する前記透過レーザ光の光学的なシフト量を映像表示するモニター装置とを備える。

【0007】【請求項3の手段】請求項1または請求項2の口腔組織観察装置は、前記第2拡張手段によって拡張される前の前記参照レーザ光を周波数変調する周波数シフタを備えることを特徴とする。

【0008】【請求項4の手段】請求項1ないし請求項3のいずれかに記載の口腔組織観察装置において、前記モニター装置は、明暗変化、あるいは色彩変化によって、前記工学的なシフト量を、前記生体に対応して表示することを特徴とする。

【0009】【請求項5の手段】請求項1ないし請求項4のいずれかに記載の口腔組織観察装置は、被計測対象

となる生体に振動を与える振動付手段を備え、前記カメラは、前記振動付手段によって振動が与えられた生体を前記カメラで計測することを特徴とする。

【0010】【請求項6の手段】請求項1ないし請求項5のいずれかに記載の口腔組織観察装置において、前記モニター装置に映像表示される前記光学的なシフト量は、前記参照レーザ光の光強度と、前記透過レーザ光の光強度の変化を用いることを特徴とする。

【0011】【請求項7の手段】請求項6の口腔組織観察装置において、前記モニター装置に映像表示される前記光学的なシフト量は、前記参照レーザ光の光強度に対する前記透過レーザ光の光強度の差を用いて算出し、前記モニター装置は、前記シフト量が0を基準とした色彩変化や明暗変化によって、前記差の増減を表示することを特徴とする。

【0012】【請求項8の手段】請求項1ないし請求項5のいずれかに記載の口腔組織観察装置において、前記モニター装置に映像表示される前記光学的なシフト量は、前記参照レーザ光の周波数特性に対する前記透過レーザ光の周波数特性の変化を用いることを特徴とする。

【0013】【請求項9の手段】請求項1ないし請求項8のいずれかに記載の口腔組織観察装置において、モニター装置は、所定の周波数における前記参照レーザ光に対する前記透過レーザ光の光学的なシフト量を表示することを特徴とする。

【0014】【請求項10の手段】請求項1ないし請求項9のいずれかに記載の口腔組織観察装置において、前記レーザ光源として、複数の波長を用い、前記モニター装置に映像表示される前記光学的なシフト量は、前記複数の波長によるそれぞれの光学的なシフト量を解析して映像表示することを特徴とする。

【0015】なお、第1拡張手段と第2拡張手段は、別々に設けても良いし、共通に設けても良い。また、光学手段は、ビームスプリッタと別に設けても良いし、ビームスプリッタを利用して用いても良い。

#### 【0016】

【発明の作用】レーザ光源から放出されたレーザ光は、ビームスプリッタで分割され、一方のレーザ光は第1拡張手段で拡張された後、口腔内の生体に当てられる。生体で反射した反射レーザ光（あるいは、生体を透過した透過レーザ光）は、光学手段によってカメラに向けられ、カメラで反射レーザ光（あるいは、透過レーザ光）を捕られる。

【0017】一方、ビームスプリッタで分割された他方のレーザ光は、第2拡張手段で拡張された後、光学手段によってカメラに向けられ、カメラで参照レーザ光を捕られる。そして、カメラで捕らえた参照レーザ光に対する反射レーザ光（あるいは、透過レーザ光）の光学的なシフト量は、抽出されて、あるいは増幅されて、さらにあるいは直接的にモニター装置によって映像表示され

る。なお、光学的なシフト変化の発生状態を観察者に見やすいように、画像処理して表示しても良い。

【0018】

【発明の効果】本発明の口腔組織観察装置は、歯牙や歯牙周辺組織における脈流状態（血流、リンパ流などの液流などの状態）を、参照レーザー光に対する反射レーザー光（あるいは、透過レーザー光）のシフト変化として捕らえてモニター装置に写すことができ、結果的に観察者はモニター装置で口腔内の歯牙や歯肉部の状態を容易に観察できる。

【0019】

【実施例】次に、本発明の口腔組織観察装置を、図に示す実施例に基づき説明する。

【第1実施例の構成】図1は第1実施例を示すもので、口腔組織観察装置の概略図である。本実施例の口腔組織観察装置は、反射型の観察装置で、レーザー光源1、ビームスプリッタ2、第1周波数シフタ3、第2周波数シフタ4、第1拡張手段5、第2拡張手段6、CCDカメラ7、光学手段、演算回路8を搭載した各部の制御回路9、モニター装置10から構成される。

【0020】レーザー光源1は、数百nm以上、好ましくは700nm以上の特定波長のレーザー光を安定して放出する装置である。ビームスプリッタ2は、レーザー光源1から放出されたレーザー光の一部を透過し、他のレーザー光を反射するもので、透過した一方のレーザー光は、第1周波数シフタ3、第1拡張手段5、第1ビームスプリッタ11を介して、口腔内の生体（例えば、歯牙および歯牙を支える歯肉部）に当てられる。生体に当てられて、反射した反射レーザー光の一部は、再び第1ビームスプリッタ11に向けられ、第1ビームスプリッタ11で反射し、1枚、あるいは複数枚のレンズ等の組合せによって構成された光学レンズ12で集光された後、第2ビームスプリッタ13を透過してCCDカメラ7に向けられる。なお、光学レンズ12は、焦点距離を手動、あるいは電動的に可変可能なものが好ましい。

【0021】一方、レーザー光源1から放出され、ビームスプリッタ2で反射した他方のレーザー光は、本実施例では参照レーザー光で、第1ミラー14でビームスプリッタ2を透過したレーザー光と平行となるように反射され、第2周波数シフタ4、第2拡張手段6を介し、第2ビームスプリッタ13で反射してCCDカメラ7に向けられる。

【0022】なお本実施例では、第1ビームスプリッタ11、第2ビームスプリッタ13、光学レンズ12、第1ミラー14によって、口腔内の生体で反射した反射レーザー光と参照レーザー光をCCDカメラ7へ向ける光学手段が構成される。なお、第2ビームスプリッタ13は、透過率が優れたもので、参照レーザー光と生体で反射レーザー光との光強度を近づけるように設けられている。また、参照レーザー光の光路に光強度を低下させるフィルタ

ーを追加して、CCDカメラ7の各画素を飽和させないように設けても良い。

【0023】第1周波数シフタ3および第2周波数シフタ4は、それぞれのレーザー光（生体に当てられる計測レーザー光と、参照レーザー光と）に、所定の周波数成分を与え、それぞれのレーザー光にバイアス成分を与えるものである。これによって、血流の測定データにバイアス成分が乗り、外部振動や、被測定者の体の動き等が、血流の測定に与える影響を抑えることができる。

10 【0024】第1拡張手段5は、口腔内の生体に当てられる計測レーザー光を拡張したのち、拡張されたレーザー光を平行光に変換するビームエキスパンダである。第2拡張手段6も、参照レーザー光を拡張したのち、拡張されたレーザー光を平行光に変換するビームエキスパンダである。

【0025】CCDカメラ7は、光強度を測定可能な画素が多数設けられた周知のイメージセンサの一例で、このCCDカメラ7の各画素が捕らえた光強度は、制御回路9の演算回路8に出力される。

20 【0026】制御回路9の演算回路8は、マイクロコンピュータを使用したもので、CCDカメラ7の各画素が測定した光強度を基に、各画素毎において、参照レーザー光に対する反射レーザー光のドップラー周波数のシフト量および振幅量を算出する。つまり、反射レーザー光は、生体の内部に血流が生じていれば、その血流によるドップラーシフト（脈波）を受けており、このドップラーシフトした光と、もとの光（参照レーザー光）とでは、シフトを受けた部分と受けていない部分とによって変化が生じる（光強度の変化、ドップラーシフトによる周波数変化による変化、およびドップラーシフトによる特定周波数の振幅の変化）が生じる。そして、演算回路8は、各画素における光学的な変化量を求める。そして、制御回路9は、演算回路8で算出した各画素における光学的な変化量から、シフトを受けない部分を基準として、シフトを受けた部分の映像信号を、モニター装置10に出力する。

40 【0027】具体的には、例えば、各画素における光強度の差を求め、シフトを受けない画素の映像信号はグリーン表示の信号、プラスのシフトを受けた画素はグリーンに対して、プラスシフト量に応じたレッドを加算して表示（つまり、プラスシフト量が多いほど赤みを帯びる）の信号、マイナスのシフトを受けた画素はグリーンに対して、マイナスシフト量に応じたブルーを加算して表示（つまり、マイナスシフト量が多いほど青みを帯びる）の信号を、モニター装置10に出力する。

50 【0028】なお、この実施例ではグリーンを中心にプラスをレッド側へシフトし、マイナスをブルー側へシフトする例を示すが、他の色を用いて表示するように設けても良い。また、1色、あるいは2色を用いて映像表示しても良い。この場合は、シフトを受けない画素を基準



の中間色（あるいは中間明度）とし、プラスのシフト量およびマイナスのシフト量に応じて彩度（あるいは明度）を変化させて表示しても良い。

【0029】また、この実施例では、シフトを受けていない画素を基準としたが、全画素の平均シフト量（例えば、平均光強度）を基準としたり、任意に設定したシフト量（例えば、任意設定した光強度、連続可変による手動設定を含む）を基準としても良い。また、シフト量の一番小さい画素、あるいはシフト量の一番大きい画素を基準にしても良い。あるいは、脈拍計等より得られる他の信号を基準にしても良い。

【0030】モニター装置10は、映像を写すブラウン管あるいは液晶等を用いた周知の映像表示装置で、演算回路8が求めた各画素に対応する信号を基に、映像を表示する。この結果、モニター装置10には、CCDカメラ7でとらえた参照レーザ光と反射レーザ光の光学的なシフト量が、明暗変化、あるいは色彩変化によって、測定された生体形状に応じて表示される。

【0031】なお、口腔組織観察装置の制御回路9は、図示しない電力供給部およびコントローラを備え、図示しない起動スイッチ部がONされることにより、レーザ光源1、第1周波数シフタ3、第1周波数シフタ4、演算回路8、モニター装置10等が起動するように設けられている。また、口腔組織観察装置は、モニター装置10が、参照レーザ光と反射レーザ光によって得られた光学的なシフト量による映像と、生体の自然画像とをオーバーラップして表示するように設けても良い。

【0032】〔実施例の作動〕起動スイッチをONすると、レーザ光源1からレーザ光が放出される。放出されたレーザ光は、ビームスプリッタ2で分割され、透過するレーザ光が計測用レーザ光となり、反射したレーザ光は参照レーザ光となる。計測用レーザ光は、第1周波数シフタ3で周波数のバイアス成分を受け、第1ビームエキスパンダ2で拡張された後、平行光に戻される。この拡張された計測用レーザ光は、第1ビームスプリッタ11を透過して、生体に当たる。生体に当てられた反射レーザ光は、一部、生体内に透過した後に反射する。反射したレーザ光は、第1ビームスプリッタ11でCCDカメラ7に向けて反射され、光学レンズ12を通過し、第2ビームスプリッタ13を透過した後、CCDカメラ7で捕らえられる。

【0033】一方、ビームスプリッタ2で反射した参照レーザ光は、第1ミラー14で反射されたのち、第1周波数シフタ4で周波数のバイアス成分を受け、第2ビームエキスパンダ2で拡張された後、平行光に戻される。この拡張された参照レーザ光は、第2ビームスプリッタ13で反射して、CCDカメラ7で捕らえられる。

【0034】CCDカメラ7の各画素で捕らえられた光強度は、演算回路8によって各画素毎に、参照レーザ光に対する反射レーザ光の光学的なシフト量を算出し、シ

フト量に応じて映像信号を、各画素に対応してモニター装置10に出力する。この結果、モニター装置10は、明暗変化、あるいは色彩変化によって被測定面に対応した血流状態を表示する。

【0035】〔実施例の効果〕上記作動で示したように、本実施例の口腔組織観察装置は、歯牙内部における歯髓の血流状態をモニター装置10に写すことができ、観察者（例えば歯科医）はモニター装置10を介して歯牙内における歯髓の血流状態を観察できる。このように、従来では観察ができなかった歯牙内の歯髓の血流状態から歯髓の生死状態を外部から容易に観察することができる。この結果、根管治療を含む歯髓の歯科治療を、的確に行なうことができ、歯科医療の分野で大変役立つ。また、炎症や膿瘍等も容易に観察することが可能になる。

【0036】〔第2実施例〕図2は第2実施例を示す口腔組織観察装置の概略図である。本実施例の口腔組織観察装置は、透過型の観察装置で、第1実施例が反射レーザ光を利用するのとは異なり、生体に当てられ、生体を通過した透過レーザ光を利用して例えば歯牙および歯牙周囲における歯肉内の血流状態を観察するものである。また、本実施例は、ビームスプリッタ2を反射したレーザ光を生体に当て、ビームスプリッタ2を透過したレーザ光を参照レーザ光に使用するものである。

【0037】光学手段は、ビームスプリッタ2を反射したレーザ光を、生体（歯牙および歯肉）を介してCCDカメラ7へ向ける第1補助ミラー21と、ビームスプリッタ2を透過した参照レーザ光を90°向きを変える第2補助ミラー22と、この第2補助ミラー22で反射した光をCCDカメラ7に向けて反射するとともに、生体を透過した透過レーザ光をCCDカメラ7に向けて透過する補助ビームスプリッタ23とから構成されている。

【0038】この補助ビームスプリッタ23は、透過率が優れたもので、参照レーザ光と透過レーザ光との光強度を近づけるように設けられている。また、参照レーザ光の光路に光強度を低下させるフィルターを追加して、参照レーザ光と透過レーザ光との光強度を近づけても良い。透過レーザ光の通過光路に設けた光学レンズ12は、拡散する透過レーザ光をCCDカメラ7に向けて集光させるものである。

【0039】なお、根管治療を行う場合、根管内の歯髓を除去する切削子は光を透過しないため、透過光と参照光との差が大きく、根管内における切削子を映像表示できる。このため、根管治療において、歯髓を確実に除去できるとともに、切削子が根管から突き抜ける不具合も防ぐことが可能になる。

【0040】〔第3実施例〕図3は第3実施例を示す口腔組織観察装置の概略図である。本実施例の口腔組織観察装置は、反射型の観察装置で、第1実施例では、第1拡張手段5にビームエキスパンダを利用した例を示した

が、本実施例では、第1拡張手段5として多数の光ファイバの束を用いたファイバーアレー30（図4参照）を利用したものである。

【0041】このファイバーアレー30は、図5に示すように、2本の光ファイバ30a、30bが1組となり、一方の光ファイバ30aがレーザ光を生体に放出し、他方の光ファイバ30bが生体から反射した反射レーザ光をCCDカメラ7に向けて戻すものである。なお、ファイバーアレー30における半数の光ファイバ30aへレーザ光を導く手段としては、周知な多数分配型の光導波路31を用いることによって成される。

【0042】参照レーザ光および生体で反射した反射レーザ光をCCDカメラ7に向ける本実施例の光学手段は、図3に示すように、2つの補助ミラー32、33と、1つのビームスプリッタ34で構成されている。

【0043】〔第4実施例〕図6は第4実施例を示す口腔組織観察装置の概略図である。本実施例の口腔組織観察装置は、反射型の観察装置である。第1～第3実施例では光路が略口字形の干渉技術を利用した例を示したが、本実施例は光路が略十字形の干渉技術を利用したものである。

【0044】レーザ光源1より放出されたレーザ光は、第1、第2周波数シフタを共通化した周波数シフタ41を透過し、次いで第1、第2拡張手段を共通化した拡張手段42で拡張された後にビームスプリッタ2へ放射される。ビームスプリッタ2を透過したレーザ光は、口腔内の生体に当てられる。生体に当てられて反射した反射レーザ光の一部は、再びビームスプリッタ2に向けられ、ビームスプリッタ2で反射し、光学レンズ12で集光された後、CCDカメラ7に向けられる。

【0045】一方、ビームスプリッタ2で反射した他方のレーザ光は、参照レーザ光で、ミラーあるいは粗面板等よりなる反射板43で反射し、参照レーザ光を再びビームスプリッタ2へ戻す。ビームスプリッタ2へ戻され、ビームスプリッタ2を透過した参照レーザ光は、生体で反射したレーザ光とともに、光学レンズ12で集光された後、CCDカメラ7に向けられる。なお、ビームスプリッタ2から反射板43までの長さは、ビームスプリッタ2から測定される生体までの長さとも一致するように設けられる。

【0046】〔第5実施例〕この第5実施例の口腔組織観察装置は、被計測対象となる生体に振動を与える振動付与手段50（図1参照）を備えるもので、CCDカメラ7は、振動付与手段50によって振動が与えられた生体を計測する。なお、振動付与手段50は、超音波発生器など周知の発振手段を用いたもので、所定波長あるいはランダム波長の振動を生体を与えるものである。なお、振動付与手段50の一例として、生体に超音波振動を与える例を示したが、音場、電場、磁場、電磁場等を生体にも与えても良い。

【0047】生体は、振動付与手段50によって振動があたえられると、組織の硬度や大きさ等に応じた振動分布を生じる。そこで、測定される生体の振動分布をCCDカメラ7で計測し、モニター装置10に表示する。これにより、口腔内の化膿や膿疱の状態などを検診できる。

【0048】また、CCDカメラ7の決像面を連続的あるいは多段的にずらすとともに、測定される生体の固有振動の発生状態をCCDカメラ7で計測し、CCDカメラ7の各画素で捕らえられた光強度の情報から測定された生体の断層面から3次元情報を得るように設けても良い。このように設けることにより、口腔内の状態がモニター装置10に3次的に表示でき、生体内の検診が飛躍的に容易になる。

【0049】さらに、振動によって得られた生体情報と、脈流によって得られた情報とを合成してモニター装置10に表示することで、観察者に同時に複数の生体内情報を与えることができる。なお、この実施例では第1実施例に振動付与手段50を設けた例を示したが、他の実施例など、本発明（反射式および透過式の口腔内観察装置）に全て適用可能なものである。

【0050】〔上記以外の実施の態様例〕上記の実施例では、ドップラーシフトした光（反射光あるいは透過光）と、もとの光（参照レーザ光）との光学的なシフト量を求める一例として、光強度の差を用いて説明したが、ドップラーシフトした光と、もとの光との光学的なシフト量には、光強度の変化の他に、ドップラーシフトによる周波数変化による変化や、ドップラーシフトによって変化した特定周波数の振幅の変化等があり、これらの変化を差、和、積等を基にシフト量を抽出し、その抽出したシフト量を映像表示しても良い。

【0051】具体的な例を示すと、シフト量が0のピーク周波数の振幅を基準として、シフト変化した各画素における周波数成分を抽出し、その周波数成分における全体、または特定、または組み合わせ、またはフィルタリングした後の周波数における振幅を映像表示するように設けたり、あるピーク周波数の一致する画素を映像表示したり（複数のピーク周波数を色を変えて同時表示しても可）、任意に指定する周波数の振幅を映像表示するように設けても良い。

【0052】上記の実施例では、第1拡張手段および第2拡張手段の一例としてビームエキスパンダを例に示したが、単ビームをポリゴンミラー等を介してスキャンングすることで拡張しても良い。また、単ビームをガリレオタイプやケプラータイプのレンズを用いて拡張しても良い。

【0053】上記の実施例では、2次元画像を表示する例を示したが、本発明にかかる光学系装置を2組用いて口腔内を測定し、既知の立体映像処理を施してモニター装置に3次元画像を表示しても良い。なお、上記実施例

でも、口腔内を2方向から撮影して合成することで、映像を立体化しても良い。

【0054】上記の実施例では、レーザ光源として、単一波長を用いた例を示したが、複数の波長（例えば、複数のレーザ光源を用いた紫外線、可視光、赤外線や、単一のレーザ光源を用いて連続あるいは多段変化に波長を変化させる）を口腔内に当てて、カメラで得られた映像からそれぞれの光学的なシフト量を求め、演算回路で複数の波長によるそれぞれの光学的なシフト量を解析し、モニター装置で映像表示するように設けても良い。

【0055】上記の実施例は、装置の概略を示すものであって、実際にはレーザ光の光路を光吸収材で覆うなど、適宜設けられるものである。つまり、例えば、光学レンズの一例として1枚のレンズを図示したが、図7の(a)、(b)に示すように、複数のレンズを組み合わせ用いても良いし、場合によっては光学レンズを廃止しても良い。また、光学レンズは、必ずしも結像用でなくとも良く、例えば光路変換用であっても良い。

【0056】第1～第3実施例では、生体に透過されるレーザ光と、参照レーザ光とを、それぞれ周波数シフタによって所定の周波数成分を与え、それぞれのレーザ光にバイアス成分を与えた例を示したが、一方のレーザ光のみに周波数シフタによってバイアス成分を与えるように設けたり、周波数シフタを廃止して両方のレーザ光にバイアス成分を与えないように設けても良い。また、第4実施例でも、周波数シフタを廃止してレーザ光にバイアス成分を与えないように設けても良い。あるいは周波数シフタを廃止して、レーザ光源自身を変調させてレーザ光を周波数シフトしても良い。

【0057】上記の実施例の反射型の観察装置では、ビームスプリッタを透過したレーザ光を生体に当て、ビームスプリッタで反射したレーザ光を参照レーザ光として利用した例を示したが、ビームスプリッタで反射したレーザ光を生体に当て、ビームスプリッタを透過したレーザ光を参照レーザ光として利用しても良い。また、上記の実施例の透過型の観察装置では、ビームスプリッタで反射したレーザ光を生体に当て、ビームスプリッタを透過したレーザ光を参照レーザ光として利用した例を示したが、ビームスプリッタを透過したレーザ光を生体に当て、ビームスプリッタで反射したレーザ光を参照レーザ光として利用しても良い。

【0058】ビームスプリッタに偏光ビームスプリッタを用い、また光路に $\lambda/4$ 板、 $1/2$ 板等を配置して、レーザ光が入射方向に戻らないように設けても良い。また、計測する試料（被計測対象の生体）に合わせて各種の偏光状態を資料に与えても良い。さらに、カメラ（受光素子等）の光入射側に、偏光フィルターや、ダイナミ

ックフィルター等を設けても良い。

【0059】生体で反射、あるいは透過したレーザ光の結像面を連続的あるいは多段的にずらして、歯牙内や歯牙周辺組織内における脈流状態の3次元映像を求めても良い。口腔内観察装置は、カメラで捕らえた映像を記憶する記憶装置を設け、静止画像としてモニター装置に写しても良い。カメラで得られた光強度の分布データを、周知の周波数分析技術である波形成形や規格化、フーリエ変換等のスペクトル分析、デコンボリューション、コンボリューション等を用いて制御回路等で解析して利用しても良い。

【0060】カメラの一例としてCCDカメラを例に示したが、光電子倍增管、CMDカメラ、MOSイメージセンサ、CIDイメージセンサ、フォトダイオードを多数用いたイメージセンサ等の固体イメージセンサや、ビジコン、サチコン、ニュービコンなどの撮影管を用いたカメラなど、他のカメラを用いても良い。

【0061】光源は、連続発振を用いても良いし、パルス発振を用いても良い。

【0062】カメラ側あるいは、光源側にシャッターを用いて適時光路を制御しても良い。

【図面の簡単な説明】

【図1】口腔組織観察装置の概略図である（第1実施例）。

【図2】口腔組織観察装置の概略図である（第2実施例）。

【図3】口腔組織観察装置の概略図である（第3実施例）。

【図4】ファイバーアレーの要部斜視図である（第3実施例）。

【図5】ファイバーアレーの要部説明図である（第3実施例）。

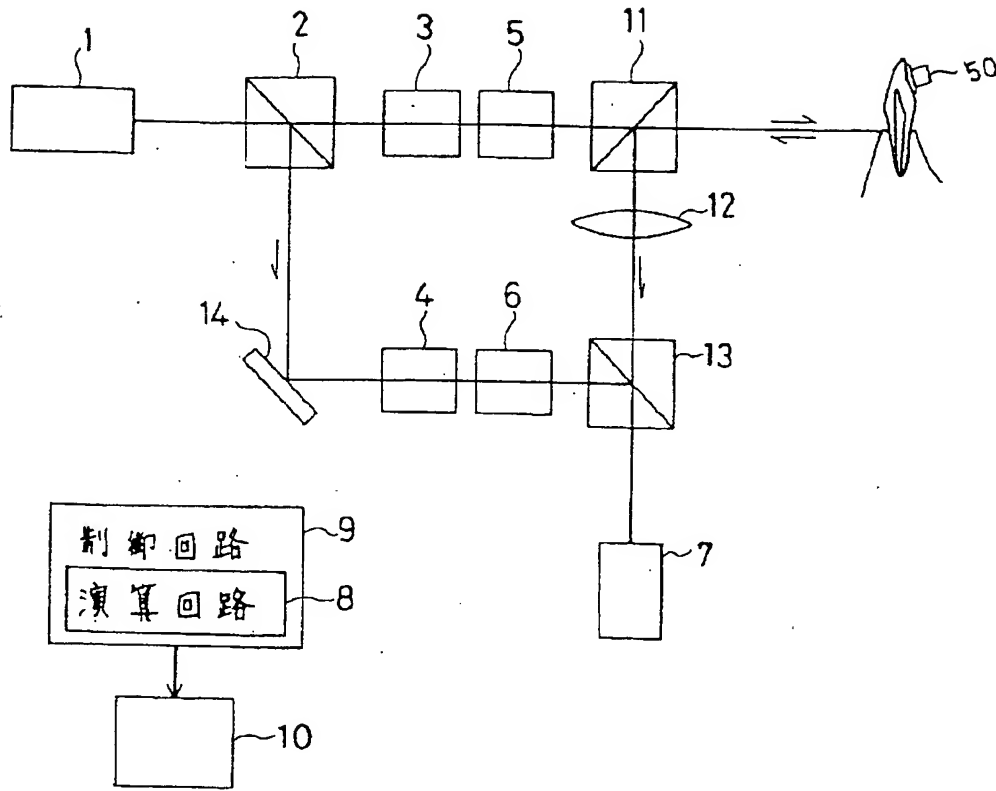
【図6】口腔組織観察装置の概略図である（第4実施例）。

【図7】光学レンズの概略図である（変形例）。

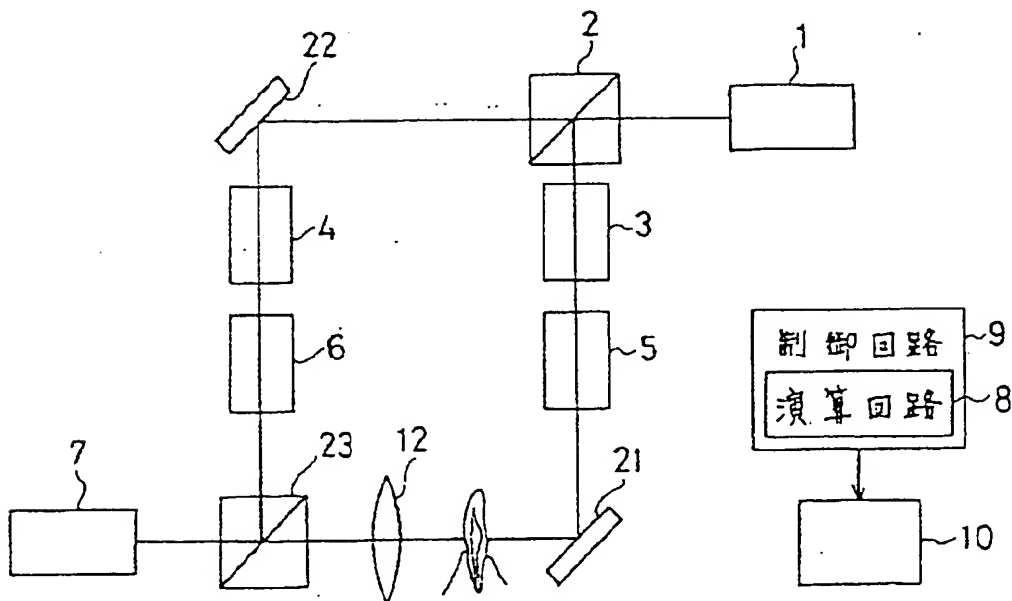
【符号の説明】

- 1 レーザ光源
- 2 ビームスプリッタ
- 3 第1周波数シフタ
- 4 第2周波数シフタ
- 5 第1拡張手段
- 6 第2拡張手段
- 7 CCDカメラ
- 8 演算回路
- 10 モニター装置
- 50 振動付与手段

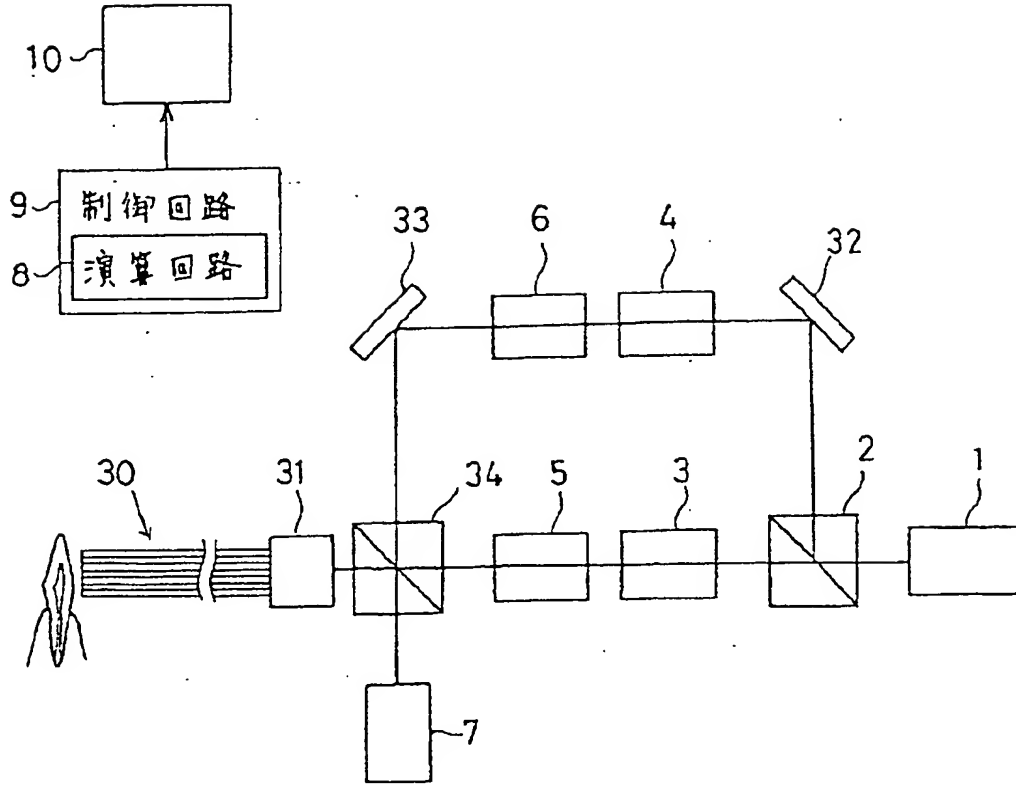
【図1】



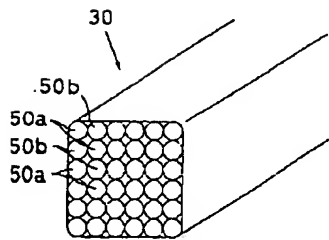
【図2】



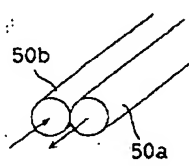
【図3】



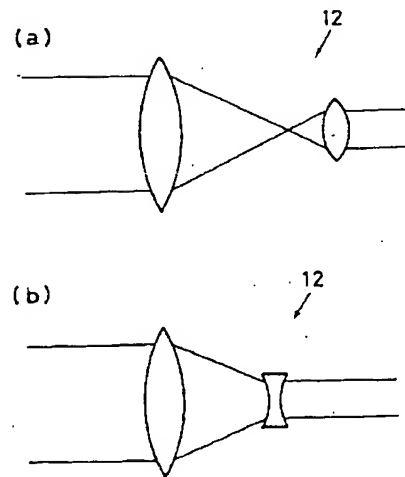
【図4】



【図5】



【図7】



【図6】

